

## СОПРОВОЖДЕНИЕ ВЫБОРА СКРЕПЕРОВ С УЧЕТОМ РАЦИОНАЛЬНОГО МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ

*Л. А. Хмара, д. т. н., проф., С. И. Кононов, к. т. н.\**

*\* Запорожский строительный колледж*

**Ключевые слова:** *сопровождение выбора скрепера, инжиниринг, маршрут движения, производительность*

**Постановка проблемы.** В настоящее время актуальным является вопрос выбора эффективной технологии и организации производства земляных работ скрепером, с учетом: использования конструктивных особенностей земляного сооружения, выбора маршрута перемещаемого груза и эффективного выбора скрепера или парка скреперов. Все эти требования должны обеспечить выполнение заданного объема работ за отведенный промежуток времени с минимальными финансовыми затратами.

**Цель исследования.** Повысить эффективность строительства при ведении земляных работ за счет рационального маршрута движения парка скреперов.

**Основной материал.** В мировой практике принято привлекать к строительному процессу инжиниринговые компании. Участие специалистов данного профиля в сопровождении строительства, ремонта, реконструкции или возведении объекта «с нуля» направлено на защиту прав заказчика, важнейшим из которых считается получение желаемого качества строительных работ при рациональном использовании вложенных в них средств.

Главной задачей инжиниринга – научно-технологического сопровождения – является обеспечение решения организационно технологических проблем с минимальным риском ошибок, связанных с проектированием и выполнением комплекса земляных работ с помощью скреперов.

Комплекс инжиниринговых услуг включает в себя множество аспектов: консультационный инжиниринг (проектирование объектов, разработка проектно-сметной документации, разработка планов строительства, контроль проведения работ); технический инжиниринг (предоставление заказчику необходимых для строительства объекта технологий); строительный инжиниринг (все работы по строительству различных объектов, в том числе поставка и монтаж технического оборудования, сдача объекта в эксплуатацию и так далее). Необходимо признать, что к сожалению, заказчик вспоминает об инжиниринге только тогда, когда сталкивается с откровенным строительным или проектным браком [11]. Поэтому главной задачей строительного инжиниринга является контроль над соблюдением технологий выполнения работ, требований нормативных документов, сроков начала и окончания строительства, соответствием стоимости строительства по утвержденной в установленном порядке проектно-сметной документации.

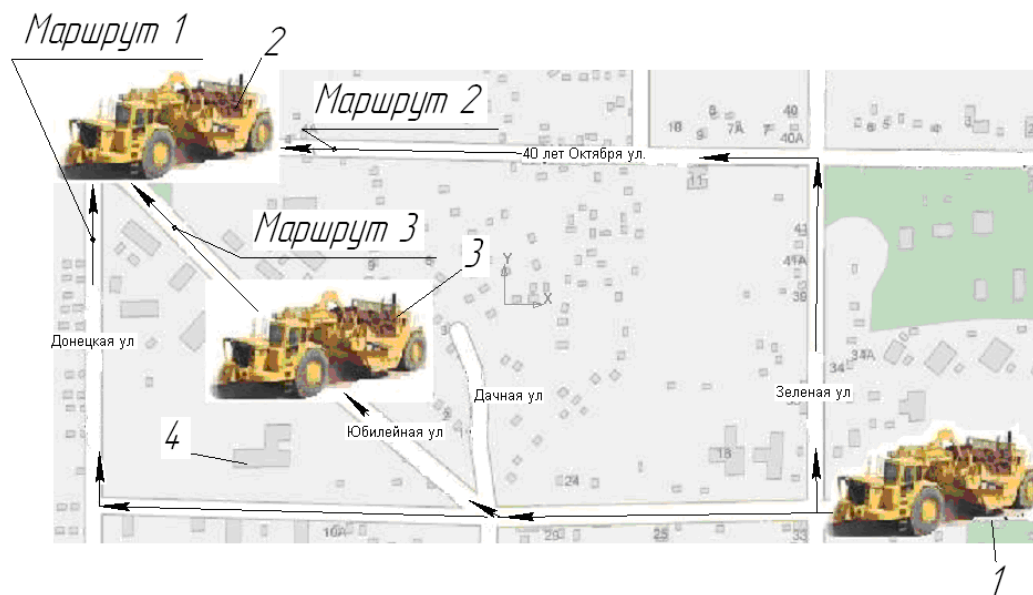
В условиях рыночных отношений становится очевидно, что без грамотного научно-технологического сопровождения выбора технологии и организации для выполнения земляных работ [9; 10], повышения объемов производства, эффективного применения используемого парка машин, а иногда и удержания своих позиций на рынке, невозможно. В связи с этим особое внимание уделяется разработке проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) в соответствии с конструктивными, организационно-технологическими условиями [3; 7] и объемно-планировочным решением применительно к условиям каждого разрабатываемого объекта [2; 6].

В своей работе мы предлагаем производить воздушную цифровую съемку объекта, с дальнейшей обработкой полученной информации, представив её в формализованном виде с учетом широкого спектра инженерно-геодезических работ с привязкой к заданному объекту. Для этих целей на первом этапе необходимо подобрать оптимальный маршрут передвижения скрепера или парка скреперов, с учетом выполнения широкого спектра инженерно-геодезических, картографических, земельно-кадастровых работ, и комплект машин, который позволил бы эффективно осуществить поставленные задачи с минимальной стоимостью выполняемых работ. Для этих целей производят топографо-геодезические работы на открытой местности в условиях городской застройки, с помощью воздушной съемки выполняют крупномасштабные топографические съемки (1 : 500 – 1 : 5000) местности или же наземными методами современными электронными приборами (триангуляция, трилатарация,

полигометрия, геометрическое нивелирование). Измерения и закладка геодезических пунктов производятся с помощью высокоточного геодезического оборудования и строительной техники в соответствии с инструкциями и нормативами.

На основании результатов топографических съемок создается топографический план местности – картографическое изображение элементов ситуации и рельефа местности, ее планировки, существующих зданий и сооружений с техническими характеристиками. Данные результаты цифровой съемки проходят камеральную обработку данных – происходит это с помощью современного программного обеспечения. Использование полевого кодирования объектов съемки существенно минимизирует временные затраты на последующую камеральную обработку. Обработку цифровой информации можно производить, используя как узкоспециальные программы, так и программы визуализации данных (Geosoft, Surfer и др.), а выполнение камеральных и тематических работ – с использованием программного пакета Micromine (Майкромайн).

Кроме названных программ очень эффективным является использование GPS навигации, которая позволяет определять наиболее оптимальный маршрут перемещения скрепера (рис. 1).



*Рис. 1. Выбор рационального маршрута перемещения скрепера: 1 – место набора грунта скрепером; 2 – место выгрузки грунта скрепером; 3 – наиболее оптимальный маршрут перемещения скрепера; 4 – городская застройка*

Маршрут движения для каждого случая следует выбирать с учетом местных условий так, чтобы пути движения были наименьшими [14]. Разработанная модель методом сравнения и перебора полученных значений выбирать наиболее эффективный парк машин. Модель даёт более точный, усовершенствованный подход при выборе парка машин, учитывая следующие показатели: конструктивные особенности земляного сооружения; расстояния, на которое перемещается грунт; климатические, геологические условия (рельеф местности, физико-механические свойства грунта и его состояние); сосредоточенность; производительность; продолжительность выполнения работ; объем работ; эффективность рабочего органа, уровень сложности производства земляных работ.

Разработанная модель позволяет осуществлять выбор как одного, так и парка скреперов методом перебора полученных результатов по ряду показателей, наиболее отвечающих условию:  $\Pi \rightarrow \max$ ,  $G \rightarrow \min$ ,  $N \rightarrow \min$ ,  $G_{y\delta} \rightarrow \min$ ,  $N_{y\delta} \rightarrow \min$ ,  $\Pi_{NG} \rightarrow \min$ ,  $C_{y\delta} \rightarrow \min$ ,  $\Sigma C \rightarrow \min$ . Определяем эксплуатационную производительность парка скреперов по формуле, записанной в таблице 1, алгоритм сопровождения выбора скрепера с учетом технологии и организации строительного производства, при выполнении земляных работ – см. рисунок 2. Полученные показатели суммируем в пределах заданного парка. Представленные данные в формализованном виде вводятся в разработанный программный продукт (рис. 3 – 10).

Таблица 1

Формулы для расчета выбора скреперов [11]

Эксплуатационная производительность:	$\Pi = \frac{600V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_5}{125V \cdot K_{II} \cdot b \cdot a \cdot v_{ep} \cdot (v_x + v_h) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_p \cdot (v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{ep} \cdot v_{ep} + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + \eta \cdot t_{нов} \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x)} + V \cdot \kappa_n \cdot v_{ep} \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_x$	$\text{м}^3/\text{ч}$
Удельная материалоемкость:	$G = \frac{125V \cdot K_{II} \cdot b \cdot a \cdot v_{ep} \cdot v_p \cdot (v_x + v_h) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_p \cdot (v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{ep} \cdot v_{ep} + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + \eta \cdot t_{нов} \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x)}{600V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_5}$	$\frac{\text{кг} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$
Удельная энергоёмкость:	$N = \frac{125V \cdot K_{II} \cdot b \cdot a \cdot v_{ep} \cdot v_p \cdot (v_x + v_h) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_p \cdot (v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{ep} \cdot v_{ep} + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + \eta \cdot t_{нов} \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x)}{600V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_5}$	$\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$
Обобщенный показатель по энергоёмкости и материалоемкости:	$\Pi_{NG} = \frac{N \cdot G}{\left( \frac{125V \cdot K_{II} \cdot b \cdot a \cdot v_{ep} \cdot v_p \cdot (v_x + v_h) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_p \cdot (v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{ep} \cdot v_{ep} + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + \eta \cdot t_{нов} \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x)}{600V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_5} \right)^2}$	$\frac{\text{кг} \cdot \text{кВт} \cdot \text{ч}}{(\text{м}^3/\text{ч})^2}$
Фактическое время, затраченное на выполнение требуемого объема работ:	$T_{\text{ф.с.}} = \frac{A_{\text{об}} \cdot B_{\text{об}} \cdot H_{\text{об}} \cdot (125V \cdot K_{II} \cdot b \cdot a \cdot v_{ep} \cdot v_p \cdot (v_x + v_h) + 0,6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_p \cdot (v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x + b \cdot a \cdot l_{ep} \cdot v_{ep} + V \cdot \kappa_n \cdot v_p + \eta \cdot t_{нов} \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_x))}{600V \cdot \kappa_n \cdot \kappa_6 \cdot L \cdot h \cdot \kappa_p \cdot v_i \cdot v_{ep} \cdot b \cdot a \cdot v_p \cdot v_x \cdot \kappa_c \cdot \kappa_5}$	час
Определяем стоимость машино-часа, входящего в парк машин:	$C_{\text{з.мч. парка}} = C_{\text{з.мч. 1}} + C_{\text{з.мч. 2}} + \dots + C_{\text{з.мч. n}}$	грн
Суммарная стоимость эксплуатации:	$\Sigma C = C_{\text{з.мч. парка}} \cdot T_{\text{ф.с.}}$	грн





Рис. 3. Главный интерфейс программы:  
1 – кнопка ввода исходных данных

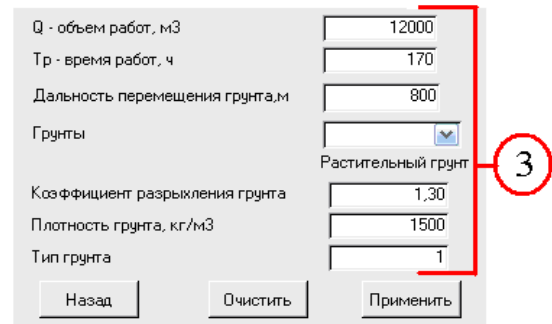


Рис. 4. Ввод данных по объекту:  
3 – числовые значения по выбранному объекту

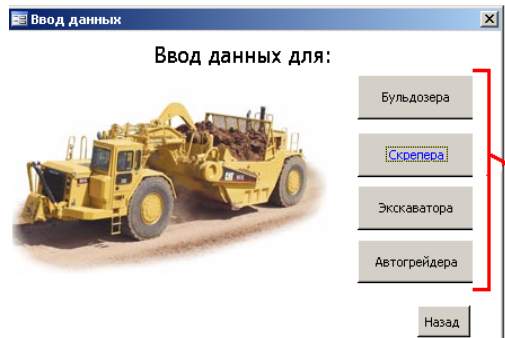


Рис. 5. Выбор ведущей машины: 2 – выбор скрепера

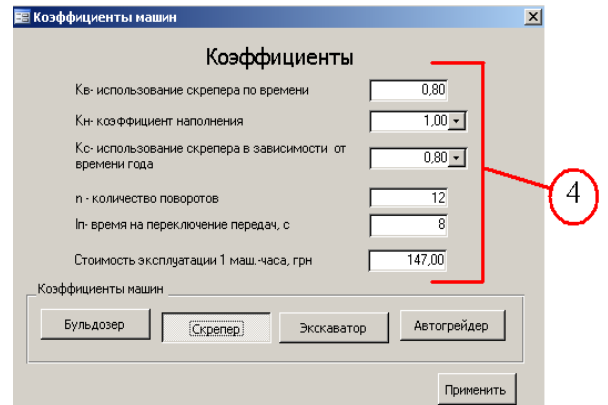


Рис. 6. Технические характеристики и коэффициенты: 4 – числовые значения по коэффициентам и техническим параметрам скрепера

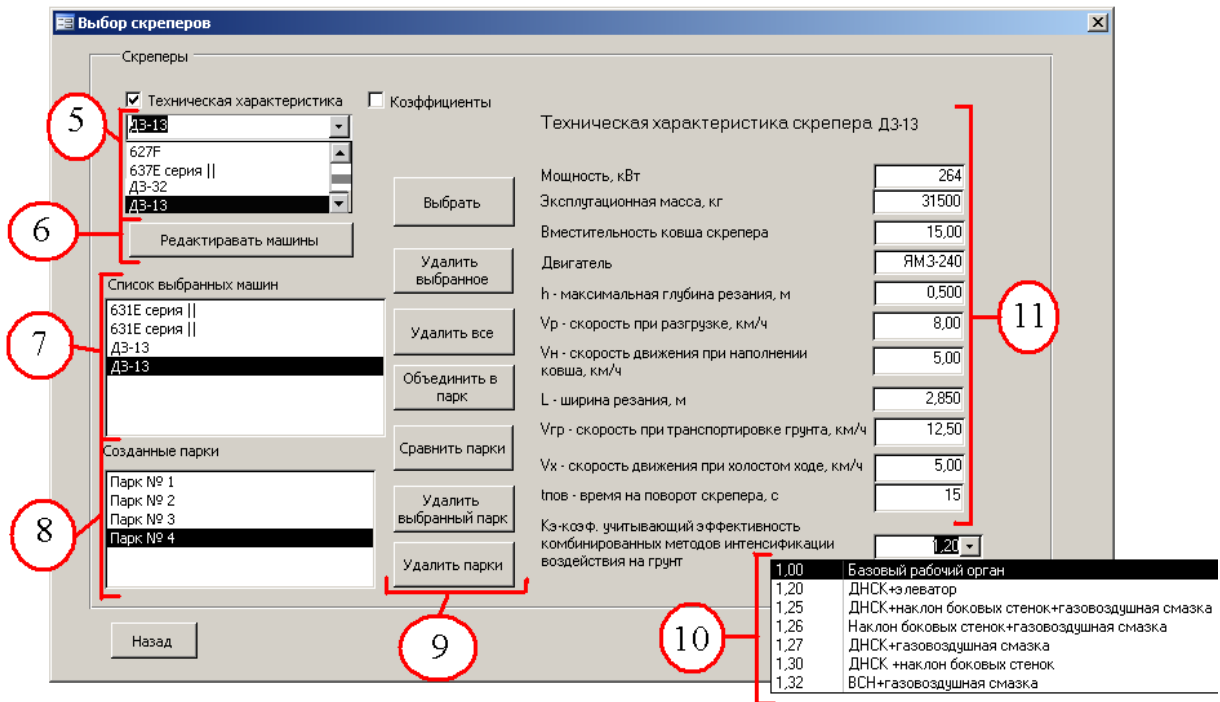


Рис. 7. Интерфейс выбора скреперов с технической характеристикой: 5 – база данных по выбранным скреперам; 6 – кнопка редактирования; 7 – список выбранных скреперов; 8 – созданные парки скреперов; 9 – кнопки управления программой; 10 – значение коэффициента эффективности комбинированных методов интенсификации воздействия на грунт; 11 – техническая характеристика скрепера

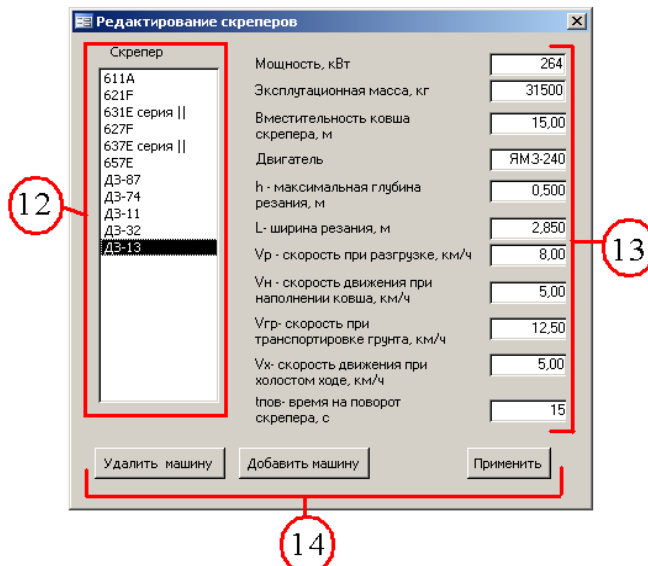


Рис. 8. Редактирование и добавление в базу данных машин: 12 – база данных по скреперам; 13 – техническая информация по выбранной машине; 14 – кнопки управления

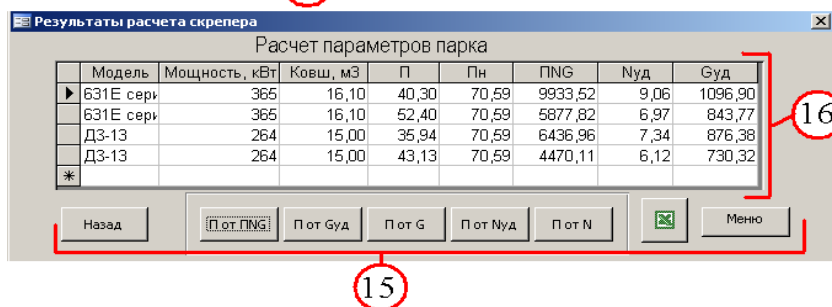


Рис. 9. Интерфейс расчета параметров выбранного парка: 15 – кнопки обработки информации для построения гистограмм; 16 – результаты расчета выбранных машин

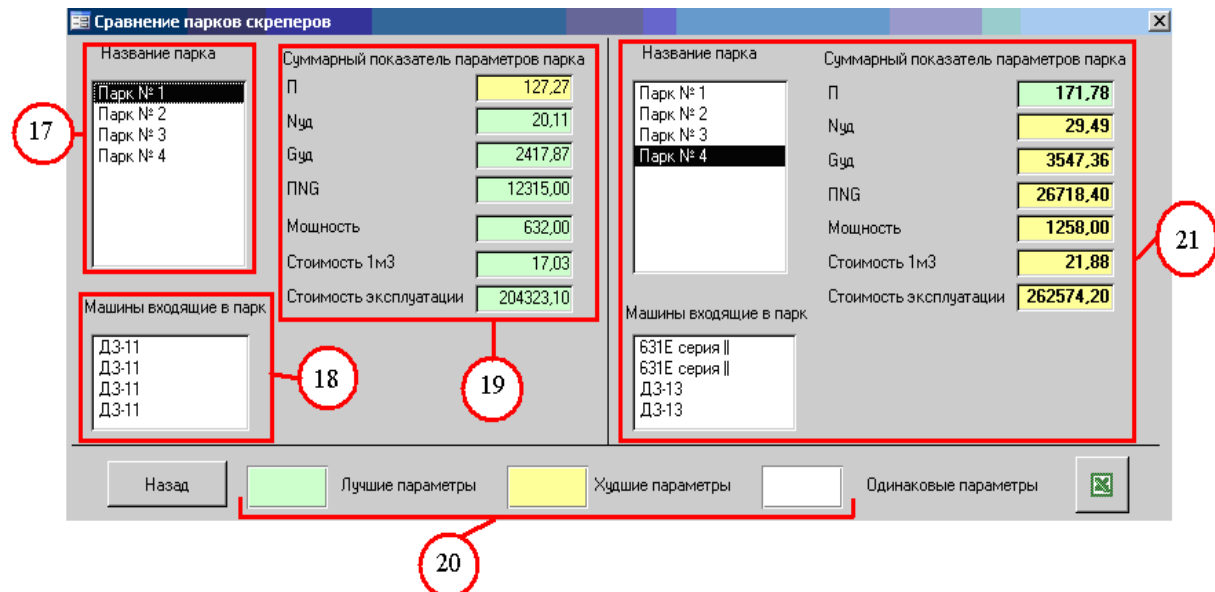


Рис. 10. Интерфейс сравнения параметров выбранных парков скреперов: 17 – название парка; 18 – машины, входящие в парк; 19 – суммарный показатель параметров парков скреперов; 20 – эффективное цветовое выделение параметров парка; 21 – техническая характеристика выбранного парка

Рассмотрим научное сопровождение парков скреперов на этапе их выбора, основываясь на показателях:  $G_{yд}$ ,  $N_{yд}$ ,  $П_{NG}$ ,  $C_{yд}$ ,  $\Sigma C$ , дополненных исходными данными – фактом продолжительности выполнения работ –  $T_p$ , объемом работ –  $Q$ , эффективным маршрутом перемещения грунта –  $L$ , конструктивными особенностями земляного сооружения, представленного в формализованном виде через геометрические параметры для идентификации под технические характеристики парка машин.

Исходные данные по объекту предоставлены заказчиком. Движение скреперов

осуществляется с учетом местных условий и выбранного маршрута, который бы обеспечивал наименьшие пути движения парка скреперов [1]. Исходные данные по паркам скреперов – рисунки 4, 6, 7, таблица 2.

Таблица 2

Исходные данные по имеющимся паркам скреперов [4; 12; 13].

№	Модель	Мощность, N, кВт	Общая масса, G, кг	Модернизация рабочего органа	Кэ	Вмести мость ковша, м <sup>3</sup>	h, м	L, м	Vн, км/ч	Vгр, км/ч
Парк № 1										
1	ДЗ–11	158	19 000	Базовый рабочий орган	1,00	9,00	0,50	2,72	6,00	14,00
2	ДЗ–11	158	19 000	ДНСК + элеватор	1,20	9,00	0,50	2,72	6,00	14,00
3	ДЗ–11	158	19 000	ДНСК + наклон боковых стенок	1,30	9,00	0,50	2,72	6,00	14,00
4	ДЗ–11	158	19 000	ВСН + газоздушная смазка	1,32	9,00	0,50	2,72	6,00	14,00
Парк № 2										
1	ДЗ–32	158	22 000	Базовый рабочий орган	1,00	10,00	0,50	2,90	6,00	14,00
2	ДЗ–32	158	22 000	ДНСК + элеватор	1,20	10,00	0,50	2,90	6,00	14,00
3	627F	246	37 060	ДНСК + элеватор	1,20	10,70	0,33	3,02	4,00	15,00
4	627F	246	37 060	Базовый рабочий орган	1,00	10,70	0,33	3,02	4,00	15,00
Парк № 3										
1	621F	246	32 090	Базовый рабочий орган	1,00	10,70	0,52	3,02	5,00	14,00
2	621F	246	32090	ДНСК + элеватор	1,20	10,70	0,52	3,02	5,00	14,00
3	627F	246	37 060	Базовый рабочий орган	1,00	10,70	0,33	3,02	4,00	15,00
4	627F	246	37 060	ДНСК + элеватор	1,20	10,70	0,33	3,02	4,00	15,00
Парк № 4										
1	631E серия II	365	44 210,00	Базовый рабочий орган	1,00	16,10	0,48	3,51	5,00	12,00
2	<sup>6</sup> 31E серия II	365	44 210,00	ДНСК + наклон боковых стенок	1,30	16,10	0,48	3,51	5,00	12,00
3	ДЗ–13	264	31 500,00	Базовый рабочий орган	1,00	15,00	0,5	2,85	5,00	12,50
4	ДЗ–13	264	31 500,00	ДНСК + элеватор	1,20	15,00	0,5	2,85	5,00	12,50

Таблица 3

Коэффициент, учитывающий эффективность комбинированных методов интенсификации воздействия на грунт

№ п/п	Конструкция рабочего органа скрепера	Значение коэффициента, $K_s$
1	Базовый рабочий орган	1,00
2	Скрепер с ВСН + газозвоздушная смазка	1,3 – 1,34
3	Скрепер с ДНСК + наклон боковых стенок	1,3
4	Скрепер с ДНСК + элеватор	1,15 – 1,25
5	Скрепер с ДНСК + газозвоздушная смазка	1,25 – 1,28
6	Скрепер с ДНСК	1,092 – 1,218
7	Ковш скрепера с ВСН	1,2 – 1,25

**Примечание:** ДНСК – двухножевая система копания; ВСН – выступающий средний нож [1; 2].

Из данной таблицы видно влияние коэффициента  $K_s$  на производительность, удельный показатель энергоёмкости и материалоемкости, а также обобщенный показатель материалоемкости и энергоёмкости.

Результаты сравнительного анализа рассматриваемых парков скреперов заносим в таблицу 4. Проведенные исследования и анализ рассматриваемых парков позволяют утверждать, что сопровождение на этапе выбора эффективного парка целесообразно осуществлять по многокритериальной оценке, методом перебора полученных значений материалоемкости, энергоёмкости, обобщенного показателя материалоемкости и энергоёмкости, суммарной стоимости выполнения работ, стоимости  $1 \text{ м}^3$ , дополненных конструктивными особенностями земляного сооружения, представленного в формализованном виде через геометрические параметры для идентификации под технические характеристики парка машин.

Полученные результаты расчетов мы занесли в таблицу 4. Так, из четырех выбранных парков скреперов наиболее эффективным по стоимостным показателям является парк № 1. Экономия от суммарной стоимости при выборе данного парка скреперов составляет от 24 504,9 до 58 251,1 грн.

Таблица 4

Выбор эффективного парка скреперов

№	Модель	Модернизация рабочего органа	$K_s$	$G_{уд}, \frac{\text{кг} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$	$N_{уд}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3}$	$\Pi_{NG}, \frac{\text{кг} \cdot \text{кВт}}{(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}})^2}$	$\Pi, \text{м}^3/\text{ч}$	Себестоимость $1 \text{ м}^3$	$\Sigma C, \text{грн}$
Парк № 1									
1	ДЗ-11	Базовый рабочий орган	1,00	2 417,87	20,11	12 315	127,27	17,03	20 4323,1
2	ДЗ-11	ДНСК + элеватор	1,20						
3	ДЗ-11	ДНСК + наклон боковых стенок	1,30						
4	ДЗ-11	ВСН + газозвоздушная смазка	1,32						
Парк № 2									
1	ДЗ-32	Базовый рабочий орган	1,00	3 695,93	25,24	25 328,4	130,64	19,07	228 828,0
2	ДЗ-32	ДНСК + элеватор	1,20						
3	627F	ДНСК + элеватор	1,20						
4	627F	Базовый рабочий орган	1,00						



Парк № 3									
1	621F	Базовый рабочий орган	1,00	4 484,69	31,92	3 6071	124,35	20,64	24 7659,9
2	621F	ДНСК + элеватор	1,20						
3	627F	Базовый рабочий орган	1,00						
4	627F	ДНСК + элеватор	1,20						
Парк № 4									
1	631E серия II	Базовый рабочий орган	1,00	3 547,36	29,49	26 718,4	171,78	21,88	26 2574,2
2	631E серия II	ДНСК + наклон боковых стенок	1,30						
3	ДЗ-13	Базовый рабочий орган	1,00						
4	ДЗ-13	ДНСК + элеватор	1,20						

Разработанные математическая модель и алгоритм решения позволяют эффективно подобрать комплект скреперов с учетом эффективности комбинированных методов интенсификации воздействия на грунт под заданный объем работ в ограниченный промежуток времени с учетом технических и эксплуатационных параметров объекта. Это показала эффективность выбора парка машин методом перебора полученных результатов из имеющихся в наличии свободных машин и выбора эффективного парка, используя компьютерное моделирование возможных ситуаций и их дальнейший анализ.

В таблице 5 приведен выбор эффективной машины или парка машин по многокритериальной оценке, методом перебора полученных результатов для выполнения заданного технологического процесса с максимальной экономией материальных и энергетических ресурсов, состоящих из  $n$ -го количества машин, которые могут иметь  $i$ -е количество модернизаций как машины, так и её рабочего органа соблюдением условия:  $G_{y\partial \text{эф}} = G_{y\partial \text{мин}}$ ;  $N_{y\partial \text{эф}} = N_{y\partial \text{мин}}$ ;  $C_{y\partial \text{эф}} = C_{y\partial \text{мин}}$ ;  $\Pi_{NG \text{эф}} = \Pi_{NG \text{мин}}$ ;  $\Sigma C_{\text{эф}} = \Sigma C_{\text{мин}}$ .

Таблица 5

Выбор эффективной машины с максимальной экономией материальных и энергетических ресурсов

Наименование	Модернизация машины или рабочего органа	Номер машины					$\min G_{y\partial}$	$\min N_{y\partial}$	$\min C_{y\partial}$	$\min \Pi_{NG}$	$\min \Sigma C$
		1	2	3	...	$n$					
Машины для земляных работ	1	$G_{y\partial 1.1}$ $N_{y\partial 1.1}$ $C_{y\partial 1.1}$ $\Pi_{NG1.1}$ $\Sigma C_{1.1}$	$G_{y\partial 1.2}$ $N_{y\partial 1.2}$ $C_{y\partial 1.2}$ $\Pi_{NG1.2}$ $\Sigma C_{1.2}$	$G_{y\partial 1.3}$ $N_{y\partial 1.3}$ $C_{y\partial 1.3}$ $\Pi_{NG1.3}$ $\Sigma C_{1.3}$	...	$G_{y\partial 1.n}$ $N_{y\partial 1.n}$ $C_{y\partial 1.n}$ $\Pi_{NG1.n}$ $\Sigma C_{1.n}$	$G_{y\partial \text{эф}}$	$N_{y\partial \text{эф}}$	$C_{y\partial \text{эф}}$	$\Pi_{NG \text{эф}}$	$\Sigma C_{\text{эф}}$
	2	$G_{y\partial 2.1}$ $N_{y\partial 2.1}$ $C_{y\partial 2.1}$ $\Pi_{NG2.1}$ $\Sigma C_{2.1}$	$G_{y\partial 2.2}$ $N_{y\partial 2.2}$ $C_{y\partial 2.2}$ $\Pi_{NG2.2}$ $\Sigma C_{2.2}$	$G_{y\partial 2.3}$ $N_{y\partial 2.3}$ $C_{y\partial 2.3}$ $\Pi_{NG2.3}$ $\Sigma C_{2.3}$	...	$G_{y\partial 2.n}$ $N_{y\partial 2.n}$ $C_{y\partial 2.n}$ $\Pi_{NG2.n}$ $\Sigma C_{2.n}$					
	...	...	...	...	...						
	$i$	$G_{y\partial i.1}$ $N_{y\partial i.1}$ $C_{y\partial i.1}$ $\Pi_{NG i.1}$ $\Sigma C_{i.1}$	$G_{y\partial i.2}$ $N_{y\partial i.2}$ $C_{y\partial i.2}$ $\Pi_{NG i.2}$ $\Sigma C_{i.2}$	$G_{y\partial i.3}$ $N_{y\partial i.3}$ $C_{y\partial i.3}$ $\Pi_{NG i.3}$ $\Sigma C_{i.3}$	...	$G_{y\partial i.n}$ $N_{y\partial i.n}$ $C_{y\partial i.n}$ $\Pi_{NG i.n}$ $\Sigma C_{i.n}$					

Исходя из этого, осуществляем подбор комплекта машин.

**Вывод.** Проведенные исследования и анализ позволяют утверждать, что эффективное сопровождение машин для выполнения земляных работ целесообразно осуществлять по многокритериальной оценке методом перебора полученных результатов материалоемкости, энергоемкости, обобщенного показателя материалоемкости и энергоемкости, дополненных конструктивными особенностями земляного сооружения, представленного в формализованном виде через геометрические параметры для идентификации под технические характеристики машин для земляных работ. Разработанная методика дает более эффективный выбор парка скреперов за счет того, что учитываются: производительность, модернизация рабочего органа, эффективный маршрут движения парка скреперов, рельеф местности, физико-механические свойства грунта и его состояние.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Баловнев В. И.** Интенсификация земляных работ в дорожном строительстве / В. И. Баловнев, Л. А. Хмара. – М. : Транспорт, 1983. – 184 с.
2. **Баловнев В. И.** Повышение производительности машин для земляных работ / В. И. Баловнев, Л. А. Хмара. – К. : Будівельник, 1988. – 152 с.
3. **Белоконь А. И.** Выбор и обоснование строительных машин для реконструкции / А. И. Белоконь. – Д. : ПГАСА, 1997. – 60 с.
4. **Канторер С. Е.** Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве / С. Е. Канторер. – М. : 2-е издание, переработанное и дополненное, 1969. – 295 с.
5. **Канюка Н. С.** Комплексная механизация трудоемкости работ в строительстве / Н. С. Канюка, А. В. Резуник, А. А. Новацкий. – К. : Будівельник, 1977. – 256 с.
6. **Кудрявцев Е. М.** Комплексная механизация, автоматизация и механооруженность строительства / Е. М. Кудрявцев – М. : – Стройиздат, 1989. – 246 с.
7. **Тян Р. Б.** Управління проектами: Навч. Посібник / Р. Б. Тянь, Б. И. Холод, В. А. Ткаченко. – Дніпропетр. акад. управл. бізнесу та права, 2000. – 224 с.
8. **Хмара Л. А.** Выбор строительных машин из имеющегося парка (на примере скрепера) / Л. А. Хмара, С. И. Кононов // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – К. : КНУБА, 2009. – № 74. – С. 46 – 52.
9. **Хмара Л. А.** Сопровождение строительных машин на этапе их выбора из имеющегося парка (на примере экскаватора) / Л. А. Хмара, С. И. Кононов // Будівництво України. – 2010. – № 2. – С. 41 – 45.
10. **Хмара Л. А.** Сопровождение машин для земляных работ на этапе их выбора применительно к организации строительного производства / Л. А. Хмара, С. И. Кононов // Интерстроймех-2010. Мат. междунар. науч.-техн. конф. – Т. 2. – Белгород, 2010. – № 2. – С. 185 – 204.
11. **Хмара Л. А.** Методические рекомендации по инжинирингу организации технологических проектов производства земляных работ в строительстве / Л. А. Хмара, С. И. Кононов, П. Е. Уваров // Глав. ин. пробл. реконструкции, эксплуатации и инженерной защиты промышленных, жилых и гражданских объектов Академпромжилреконструкции Академии строительства Украины. – Луганск, 2010. – 36 с.
12. **Холодов А. М.** Землеройно-транспортные машины / А. М. Холодов, В. В. Ничке, Л. В. Назаров. – Харьков : Вища школа, 1982. – 192 с.
13. Caterpillar Эксплуатационные характеристики. Справочник. Издание 30, CAT ® Caterpillar Inc., Пеория, Иллинойс, США, 1999. – 620с.
14. Машини для земляних робіт / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, В. В. Нічке, Л. В. Назаров та ін. // За ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. – Рівне – Дніпропетровськ – Харків. – 2010. – 557 с.
15. Программа Copyright НПФ «АВК Созидатель» АВК-5 (5-2.8.0) Ресурсная стоимостная документация в инвесторских сметах, договорных ценах контрактов, производстве строительных работ. 1994 – 2008.